

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 01 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 45 142.0

**Anmeldetag:** 29. September 2003

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Sensorelement

**IPC:** G 01 N 27/407

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Letang  
**BEST AVAILABLE COPY**

R 306882

5 17.09.03 Pg  
ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sensorelement

15

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

20

Ein derartiges Sensorelement ist beispielsweise aus Automotive Electronics Handbook, Editor: Ronald Jurgen, Kapitel 6, McGraw-Hill, 1995, bekannt. Das planare Sensorelement weist eine erste und eine zweite Festelektrolytfolie auf, zwischen denen ein Messgasraum eingebracht ist. Dem Messgasraum vorgeschaltet ist eine Diffusionsbarriere. Das außerhalb des Sensorelements befindliche Messgas kann über eine in die erste Festelektrolytfolie eingebrachte Messgasöffnung und über die Diffusionsbarriere in den Messgasraum gelangen.

30

Im Messgasraum ist eine Innenpumpelektrode und eine Nernstelektrode angeordnet. Die Innenpumpelektrode bildet zusammen mit einer auf einer Außenfläche des Sensorelements aufgebrachte Außenpumpelektrode und dem zwischen der Innenpumpelektrode und der Außenpumpelektrode liegenden Bereich der ersten Festelektrolytfolie eine elektrochemische Pumpzelle. Die Nernstelektrode wirkt mit einer einem Referenzgas ausgesetzten

35

Referenzelektrode und mit dem zwischen der Nernstelektrode und der Referenzelektrode angeordneten Festelektrolyten zusammen; die genannten Elemente bilden eine elektrochemische Nernstzelle, mit der der Sauerstoffpartialdruck im Messgasraum bestimmt wird. Durch die Pumpzelle wird durch Anlegen einer Pumpspannung derart Sauerstoff in den oder aus dem Messgasraum gepumpt, dass im Messgasraum ein Sauerstoffpartialdruck von

ungefähr  $\lambda = 1$  vorliegt. Hierzu wird die Pumpspannung mittels einer Auswertelektronik so geregelt, dass die an der Nernstzelle anliegende Nernstspannung einem Sollwert von beispielsweise 450 mV entspricht. Bei magerem Abgas wird aufgrund dieser Regelung der gesamte durch die Diffusionsbarriere strömende Sauerstoff durch die Pumpzelle abgepumpt. Da die Menge des durch die Diffusionsbarriere strömenden Sauerstoffs ein Maß für den Sauerstoffpartialdruck des Messgases ist, kann anhand des Pumpstroms auf den Sauerstoffpartialdruck im Messgas geschlossen werden. Bei fettem Abgas diffundieren oxidierbare Bestandteile des Messgases (beispielsweise Kohlenwasserstoffe,  $H_2$ , CO) durch die Diffusionsbarriere in den Messgasraum. Die oxidierbaren Bestandteile des Messgases reagieren mit dem durch die Pumpzelle in den Messgasraum gepumpten Sauerstoff. Wiederum kann aufgrund des Pumpstroms auf den Sauerstoffpartialdruck im Abgas geschlossen werden.

Die beschriebene Bestimmung des Sauerstoffpartialdrucks setzt voraus, dass das Messgas sich im thermodynamischen Gleichgewicht befindet. Ist dies nicht der Fall, liegen also oxidierbare und reduzierbare Gaskomponenten nebeneinander vor, so wird das Messergebnis verfälscht, da die oxidierbaren und die reduzierbaren Gaskomponenten unterschiedliche Diffusionskonstanten aufweisen und damit unterschiedlich schnell durch die Diffusionsbarriere in den Messgasraum diffundieren. Ein ähnlicher Effekt tritt bei fettem Abgas auf, bei dem nahezu keine reduzierbaren Komponenten vorliegen. Fetttes Abgas enthält beispielsweise die Komponenten  $H_2$ , CO und Kohlenwasserstoffe (Mehrkomponentenmessgas). Die Anteile der verschiedenen Komponenten können jedoch variieren. Da die verschiedenen Komponenten unterschiedliche Diffusionskoeffizienten aufweisen, wird das Messergebnis bei unterschiedlichen Zusammensetzungen eines fetten Abgases verfälscht. Derartige Ungleichgewichtsmessgase oder Mehrkomponentenmessgase treten insbesondere während der Regenerierungsphase von Dieselpartikelfiltern oder im Fettabgas, beispielsweise während der Regenerierung eines  $NO_x$ -Speicherkatalysators, auf.

Aus der DE 100 13 882 A1 ist weiterhin bekannt, einen Bereich der Diffusionsbarriere mit einem katalytisch aktiven Material zu versehen. Durch das katalytisch aktive Material wird die Reaktion der oxidierbaren mit den reduzierbaren Komponenten des Ungleichgewichtsmessgases beschleunigt, so dass das Messgas nach Durchströmen des Bereichs der Diffusionsbarriere mit dem katalytisch aktiven Material im thermodynamischen Gleichgewicht vorliegt. In ähnlicher Weise bewirkt das katalytisch aktive Material eine Reaktion der Komponenten des Mehrkomponentenmessgases, nach der das

Mehrkomponentenmessgas weitgehend unabhängig von der ursprünglichen Zusammensetzung in einer definierten Zusammensetzung (im wesentlichen  $H_2$  und  $CO$ ) vorliegt. Hierzu ist erforderlich, dass die mittlere Diffusionsgeschwindigkeit des Messgases in den oder aus dem Messgasraum verlangsamt wird, damit das Messgas ausreichend lange dem katalytisch aktiven Material ausgesetzt ist. Hierbei ist nachteilig, dass durch die Verringerung der Diffusionsgeschwindigkeit die Ansprechgeschwindigkeit des Sensorelements auf einen Wechsel des Sauerstoffpartialdrucks im Messgas verschlechtert wird.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass das Sensorelement den Sauerstoffpartialdruck des Messgases mit einer ausgezeichneten Ansprechgeschwindigkeit messen kann, und dass gleichzeitig eine genaue Messung des Sauerstoffpartialdrucks auch bei sogenanntem Ungleichgewichtsmessgas oder Mehrkomponentenmessgas möglich ist, wenn also das Messgas nicht im thermodynamischen Gleichgewicht und damit in einer weitgehend definierten Zusammensetzung vorliegt.

Hierzu ist vorgesehen, dass das Sensorelement eine erste Elektrode aufweist, zu der das Messgas über einen ersten Diffusionsweg gelangt, wobei im ersten Diffusionsweg ein erster Diffusionswiderstand liegt, und dass das Sensorelement eine zweite Elektrode aufweist, zu der das Messgas über einen zweiten Diffusionsweg gelangt, wobei im zweiten Diffusionsweg ein zweiter Diffusionswiderstand liegt. Der zweite Diffusionswiderstand weist ein katalytisch aktives Material auf und bewirkt bei einem Ungleichgewichtsmessgas eine Reaktion der oxidierbaren mit den reduzierbaren Komponenten des Messgases. Damit ist das zu der zweiten Elektrode strömende Messgas im thermodynamischen Gleichgewicht, so dass an der zweiten Elektrode eine genaue Bestimmung des Sauerstoffpartialdrucks auch bei Ungleichgewichtsmessgasen oder Mehrkomponentenmessgasen möglich ist.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im unabhängigen Anspruch genannten Sensorelements möglich.

Vorteilhaft weist der erste Diffusionswiderstand nur einen geringen oder gar keinen Anteil an katalytisch aktivem Material auf und ist so ausgestaltet, dass die

mittlere Diffusionsgeschwindigkeit durch den ersten Diffusionswiderstand größer ist als die mittlere Diffusionsgeschwindigkeit durch den zweiten Diffusionswiderstand, und zwar insbesondere durch eine entsprechende Wahl von Porenanteil und Porengröße der ersten und zweiten Diffusionsbarriere. Damit hat das Messsignal, das mittels der ersten Elektrode gebildet wird, eine hohe Ansprechgeschwindigkeit.

Vorteilhaft ist das katalytisch aktive Material auf der der zweiten Elektrode abgewandten Seite des zweiten Diffusionswiderstands vorgesehen. Damit wird das entlang des zweiten Diffusionsweges zu der zweiten Elektrode diffundierende Messgas durch das katalytisch aktive Material in das thermodynamische Gleichgewicht gesetzt und diffundiert als Gleichgewichtsmessgas durch den zweiten Diffusionswiderstand beziehungsweise durch einen Großteil des zweiten Diffusionswiderstands. Bei einem derartigen Aufbau spielen die unterschiedlichen Diffusionskonstanten der oxidierbaren und der reduzierbaren Komponenten des Messgases keine Rolle für die Messung des Sauerstoffpartialdrucks, da die oxidierbaren und reduzierbaren Komponenten des Messgases miteinander reagieren haben (bis zur Erreichung des thermodynamischen Gleichgewichts), bevor das Messgas durch den zweiten Diffusionswiderstand (beziehungsweise einen Großteil desselben) hindurch in den zweiten Messgasraum diffundiert. Entsprechend weist ein Mehrkomponentenmessgas aufgrund der Reaktion im Bereich des katalytisch aktiven Materials beim Eintreten in den zweiten Messgasraum ein weitgehend definiertes Verhältnis seiner Komponenten auf.

Bevorzugt weist das katalytisch aktive Material ein Edelmetall wie Platin, Palladium oder Rhodium oder eine Legierung von mindestens zwei dieser Elemente oder eine Mischung von mindestens zwei dieser Elemente auf und ist auf die Oberfläche eines porösen Trägers aufgebracht.

Bevorzugt sind der erste und der zweite Diffusionswiderstand beziehungsweise die erste und die zweite Elektrode beziehungsweise der erste und der zweite Messgasraum bezüglich der Längsachse des Sensorelements seitlich nebeneinander angeordnet. Hierbei ist vorteilhaft, dass durch die bezüglich der Längsachse symmetrische Anordnung die Wärmeverteilung des beheizten Sensorelements im Bereich des ersten und zweiten Diffusionswiderstands beziehungsweise im Bereich der ersten und zweiten Elektrode gleich ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen einer ersten und einer zweiten Festelektrolytschicht ein erster Messgasraum, in dem die erste

Elektrode angeordnet ist, und ein zweiter Messgasraum, in dem die zweite Elektrode angeordnet ist, vorgesehen. In der ersten Festelektrolytschicht ist eine Gaszutrittsöffnung eingebracht. Das Messgas kann zu der ersten Elektrode über einen ersten Diffusionsweg gelangen, der die Gaszutrittsöffnung, den ersten Diffusionswiderstand und den ersten Messgasraum umfasst. Entsprechend gelangt das Messgas zur zweiten Elektrode über einen zweiten Diffusionsweg, der ebenfalls die Gaszutrittsöffnung, den zweiten Diffusionswiderstand mit dem katalytisch aktiven Material und den zweiten Messgasraum umfasst. In einer bevorzugten Anordnung sind die erste und zweite Elektrode, der erste und zweite Diffusionswiderstand und der erste und zweite Messgasraum kreisringsektorförmig. Ebenso ist der Bereich des zweiten Diffusionswiderstands wie ein Kreisringsektor geformt. Der Sektorwinkel liegt bevorzugt im Bereich von 130 bis 170 Grad. Bei einer derartigen Anordnung nimmt der Diffusionsquerschnitt von der Gaszutrittsöffnung zur ersten und zweiten Elektrode hin linear zu, wodurch vorteilhaft Druckstöße im Messgas abgemildert werden, die ansonsten zu einer Verfälschung des Messergebnisses führen.

Das Sensorelement weist eine erste Pumpzelle auf, die von der ersten Elektrode und einer Pumpelektrode, die auf der Außenfläche der ersten Festelektrolytfolie angeordnet ist, gebildet wird. Das Sensorelement enthält weiterhin eine zweite Pumpzelle, die von der zweiten Elektrode und der Pumpelektrode gebildet wird. Weiterhin weist das Sensorelement eine erste Nernstzelle, die von der ersten Elektrode und einer einem Referenzgas ausgesetzten Referenzelektrode gebildet wird, und eine zweite Nernstzelle, die von der zweiten Elektrode und der Referenzelektrode gebildet wird, auf. Die erste Pumpzelle und die erste Nernstzelle bildet eine erste Messeinheit, die zweite Pumpzelle und die zweite Nernstzelle eine zweite Messeinheit, wobei die beiden Messeinheiten unabhängig voneinander arbeiten und jeweils ein unabhängiges Messergebnis liefern.

### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Sensorelement im Längsschnitt gemäß der Linie I – I in Figur 2, Figur 2 einen Querschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel gemäß der Linie II – II in Figur 1, Figur 3 als zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Sensorelement im Längsschnitt gemäß der Linie III – III in Figur 4, Figur 4 einen Querschnitt durch das zweite

Ausführungsbeispiel gemäß der Linie IV – IV in Figur 3, und Figur 5 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung in Schnittdarstellung.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5

Die Figuren 1 und 2 zeigen als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung den Messbereich eines planaren, schichtförmig aufgebauten, länglichen Sensorelements 10. Das Sensorelement 10 umfasst eine erste Festelektrolytschicht 21, eine zweite Festelektrolytschicht 22, eine dritte Festelektrolytschicht 23 und eine vierte Festelektrolytschicht 24. Zwischen der ersten und der zweiten Festelektrolytschicht 21, 22 ist ein erster Messgasraum 32 und ein zweiter Messgasraum 42 vorgesehen. Der erste Messgasraum 32 ist mit dem außerhalb des Sensorelements 10 befindlichen Messgas über eine in die erste Festelektrolytschicht 21 eingebrachte Gaszutrittsöffnung 61 und über einen ersten Diffusionswiderstand 33 verbunden. Der zweite Messgasraum 42 ist mit dem außerhalb des Sensorelements 10 befindlichen Messgas über die Gaszutrittsöffnung 61 und über einen zweiten Diffusionswiderstand 43 verbunden. Die beiden Messgasräume 32, 42 sind seitlich von einem Dichtrahmen 63 umgeben, durch den auch die Messgasräume 32, 42, voneinander gasdicht getrennt sind.

10

15

20

25

Im ersten Messgasraum 32 ist auf der ersten Festelektrolytschicht 21 ein erster Abschnitt 31a einer ersten Elektrode 31 und auf der zweiten Festelektrolytschicht 22, dem ersten Abschnitt 31a der ersten Elektrode 31 gegenüberliegend, ein zweiter Abschnitt 31b der ersten Elektrode 31 aufgebracht. Der erste und der zweite Abschnitt 31a, 31b der ersten Elektrode 31 sind elektrisch verbunden (nicht dargestellt) und durch eine gemeinsame sich in Richtung einer Längsachse des Sensorelements 10 erstreckende erste Zuleitung 35 mit einer außerhalb des Sensorelements 10 angeordnete Auswerteelektronik (ebenfalls nicht dargestellt) verbunden.

30

35

Im zweiten Messgasraum 42 ist, ähnlich der Anordnung der ersten Elektrode 31 im ersten Messgasraum 32, eine zweite Elektrode 41 vorgesehen. Die zweite Elektrode 41 umfasst einen ersten Abschnitt 41a, der auf der ersten Festelektrolytschicht 21 aufgebracht ist, und einen zweiten Abschnitt 41b, der auf der zweiten Festelektrolytschicht 22 aufgebracht ist und der dem ersten Abschnitt 41a der zweiten Elektrode 41 gegenüberliegt. Der erste und der zweite Abschnitt 41a, 41b der zweiten Elektrode 41 sind ebenfalls elektrisch verbunden und durch

eine gemeinsame sich in Richtung der Längsachse des Sensorelements 10 erstreckende zweite Zuleitung 45 mit der Auswerteelektronik verbunden.

5 Auf der Außenfläche der ersten Festelektrolytschicht 21 ist eine Pumpelektrode 51 vorgesehen, die dem Messgas ausgesetzt ist und die von einer porösen Schutzschicht 52 überdeckt ist. Die Pumpelektrode 51 ist durch eine dritte Zuleitung 55 mit der Auswerteelektronik verbunden.

10 Zwischen der zweiten und der dritten Festelektrolytschicht 22, 23 ist ein mit einem Referenzgas gefüllter Referenzgasraum 54 vorgesehen, in dem eine Referenzelektrode 53 angeordnet ist. Der Referenzgasraum 54 ist seitlich von einem weiteren Dichtrahmen 64 umgeben. Die Referenzelektrode 53 ist durch eine vierte Zuleitung 56 mit der Auswerteelektronik verbunden.

15 Die Pumpelektrode 51 und die Referenzelektrode 53 sind ringförmig. Zur Materialeinsparung können die Pumpelektrode 51 und/oder die Referenzelektrode 53 jeweils zwei elektrisch miteinander verbundene Abschnitte aufweisen, die in den Bereichen der ersten und zweiten Festelektrolytschicht 21, 22 angeordnet sind, die den jeweiligen Abschnitten 31a, 31b, 41a, 41b der ersten und zweiten Elektroden 31, 41 gegenüberliegen.

20 Zwischen der dritten und der vierten Festelektrolytschicht 23, 24 ist ein Heizer 62 vorgesehen, mit dem der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Messbereich des Sensorelements 10 auf eine für die Sensorfunktion notwendige Betriebstemperatur beheizt wird.

25 Die erste Elektrode 31 wirkt mit der Pumpelektrode 51 als erste elektrochemische Pumpzelle und mit der Referenzelektrode 53 als erste elektrochemische Nernstzelle zusammen. Die zweite Elektrode 41 wirkt mit der Pumpelektrode 51 als zweite elektrochemische Pumpzelle und mit der Referenzelektrode 53 als zweite elektrochemische Nernstzelle zusammen. Da der Dichtrahmen 63 aus einem Festelektrolyt besteht, der ebenso wie der Festelektrolytschichten 21, 22, 23, 24 sauerstoffionenleitend ist, kann der erste Abschnitt 31a, 31b oder der zweite Abschnitt 31b, 41b der ersten und/oder zweiten Elektrode 31, 41 wegfallen, ohne dass die Funktion der elektrochemischen Zellen wesentlich eingeschränkt wird.

30 In den Figuren 3 und 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das sich vom ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2 im



wesentlichen dadurch unterscheidet, dass der Referenzgasraum 54 in derselben Schichtebene wie der erste und zweite Messgasraum 32, 42 angeordnet ist, so dass eine Festelektrolytschicht entfällt, und dass der erste und zweite Messgasraum 32, 42 bezüglich der Längsachse des Sensorelements 10 nebeneinander und nicht wie beim ersten Ausführungsbeispiel hintereinander angeordnet sind. Einander entsprechende Elemente sind beim zweiten Ausführungsbeispiel mit denselben Bezugszeichen wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2 gekennzeichnet.

Das Sensorelement 10 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist eine erste, eine zweite und eine dritte Festelektrolytschicht 121, 122, 123 auf. Zwischen der ersten und der zweiten Festelektrolytschicht 121, 122 ist der erste und der zweite Messgasraum 32, 42 sowie der Referenzgasraum 54 angeordnet. Der Heizer 62 ist in einer Schichtebene zwischen der zweiten und der dritten Festelektrolytschicht 122, 123 vorgesehen. Der erste und zweite Messgasraum 32, 42 sind bezüglich der Längsachse des Sensorelements 10 seitlich nebeneinander angeordnet und damit gegenüber der Anordnung beim ersten Ausführungsbeispiel um 90 Grad gedreht. Die erste und zweite Elektrode 31, 41 sind auf die erste Festelektrolytschicht 121 aufgebracht, ein weiterer Abschnitt der ersten oder zweiten Elektrode 31, 41 auf der zweiten Festelektrolytschicht 122 ist nicht vorgesehen. Ansonsten entspricht die Anordnung der beiden Messgasräume 32, 42, der beiden Diffusionswiderstände 33, 43 und der beiden Elektroden 31, 41 (abgesehen von der Anordnung der ersten und zweiten Zuleitung 35, 45) dem ersten Ausführungsbeispiel.

Durch die im Referenzgasraum 54 angeordnete Referenzelektrode 53 und die erste beziehungsweise zweite Elektrode 31, 41 sowie den zwischen der Referenzelektrode 53 und der ersten beziehungsweise zweiten Elektrode 31, 41 angeordneten Abschnitt der ersten Festelektrolytschicht 121 und des Dichtrahmens 63 wird die erste beziehungsweise zweite elektrochemische Nernstzelle gebildet.

Figur 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das sich von dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 4 im wesentlichen dadurch unterscheidet, dass der erste und zweite Diffusionswiderstand 33, 43 und der erste und zweite Messgasraum 32, 42 linear angeordnet sind. Einander entsprechende Elemente sind beim dritten Ausführungsbeispiel mit denselben Bezugszeichen wie bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 bis 4 gekennzeichnet.

Beim dritten Ausführungsbeispiel sind der erste und zweite Diffusionswiderstand 33, 43 und der erste und zweite Messgasraum 32, 42 in einem länglichen, kanalförmigen Bereich angeordnet, der sich in Richtung der Längsachse des Sensorelements 10 erstreckt und eine weitgehend gleichbleibenden Querschnitt aufweist. In einen Bereich zwischen den ersten und den zweiten Diffusionswiderstand 33, 43 mündet die Gaszutrittsöffnung 61. Ausgehend von einem anschlussseitigen Ende des Sensorelements 10 ist in diesem kanalförmigen Bereich in der angegebenen Reihenfolge der erste Messgasraum 33 mit der ersten Elektrode 31, 31a, die erste Diffusionsbarriere 33, die Gaszutrittsöffnung 61, die zweite Diffusionsbarriere 43 und der zweite Messgasraum 42 mit der zweiten Elektrode 41, 41a angeordnet.

Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen weist der zweite Diffusionswiderstand 43 einen Bereich 44 auf, in dem als katalytisch aktives Material Platin vorgesehen ist. Der Bereich 44 ist auf der der zweiten Elektrode 41 abgewandten Seite des zweiten Diffusionswiderstandes 43 angeordnet. Der Bereich 44 grenzt direkt derart an die Gaszutrittsöffnung 61 an, dass das Abgas nur über den Bereich 44 des zweiten Diffusionswiderstandes 43 in den zweiten Messgasraum 42 gelangen kann. Bei dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel ist der Bereich 44 als Kreisringsektor, bei dem dritten Ausführungsbeispiel als Rechteck und damit mit bezüglich der Längsachse des Sensorelements konstanter Länge ausgebildet. Damit weist der Bereich 44 bei den Ausführungsbeispielen in Diffusionsrichtung des Abgases eine konstante Länge auf, so dass das Abgas unabhängig von den verschiedenen Diffusionswegen durch den zweiten Diffusionswiderstand 43 in den zweiten Messgasraum 42 immer ungefähr die gleiche Strecke innerhalb des Bereichs 44 der zweiten Diffusionsbarriere 43 zurücklegt und damit über einen ungefähr konstanten Zeitraum dem katalytisch aktiven Material ausgesetzt ist.

Die Erfindung lässt sich auch auf Sensorelemente mit anderen Geometrien übertragen, beispielsweise auf ein Sensorelement, bei dem zwei Gaszutrittsöffnungen vorgesehen sind, wobei eine erste Gaszutrittsöffnung zur ersten Diffusionsbarriere und eine zweite Gaszutrittsöffnung zur zweiten Diffusionsbarriere führt. Bei dieser Geometrie lässt sich das katalytisch aktive Material nach einem Sinterprozess in die zweite Diffusionsbarriere einbringen, ohne dass hierdurch katalytisch aktives Material auch in die erste Diffusionsbarriere eindringt.

R 306882

5

17.09.03 Pg

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Ansprüche

15

20

25

30

35

1. Sensorelement (10), insbesondere zur Bestimmung einer physikalischen Eigenschaft eines Messgases, vorzugsweise zur Bestimmung der Konzentration einer Komponente eines Abgases eines Verbrennungsmotors, mit einer auf einem Festelektrolyten (21, 22, 121) angeordneten ersten Elektrode (31), die mit dem außerhalb des Sensorelements (10) befindlichen Messgas über einen ersten Diffusionsweg verbunden ist, in dem ein erster Diffusionswiderstand (33) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (10) eine auf einem Festelektrolyten (21, 22, 121) angeordnete zweite Elektrode (41) aufweist, die mit dem außerhalb des Sensorelements (10) befindlichen Messgas über einen zweiten Diffusionsweg verbunden ist, in dem ein zweiter Diffusionswiderstand (43) angeordnet ist, wobei der zweite Diffusionswiderstand (43) ein katalytisch aktives Material umfasst.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Diffusionswiderstand (33) einen geringeren Anteil an katalytisch aktivem Material enthält als der zweite Diffusionswiderstand (43), oder dass der erste Diffusionswiderstand (33) kein katalytisch aktives Material enthält.
3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Diffusionswiderstand (33) nicht im zweiten Diffusionsweg liegt, und/oder dass der zweite Diffusionswiderstand (43) nicht im ersten Diffusionsweg liegt.
4. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Diffusionswiderstand (33, 43), insbesondere bezüglich Porenanteil und Porengröße, derart ausgestaltet ist, dass die mittlere Diffusionsgeschwindigkeit durch den ersten Diffusions-

widerstand (33) größer ist als die mittlere Diffusionsgeschwindigkeit durch den zweiten Diffusionswiderstand (43).

5. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Diffusionswiderstand (43) auf seiner der zweiten Elektrode (41) abgewandten Seite einen katalytisch aktives Material enthaltenden Bereich (44) aufweist.
6. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Diffusionswiderstand (33, 43) bezüglich der Längsachse des Sensorelements (10) seitlich nebeneinander angeordnet sind.
7. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das katalytisch aktive Material ein Edelmetall, insbesondere Platin, Palladium oder Rhodium oder eine Mischung oder Legierung der genannten Elemente ist.
8. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das katalytisch aktive Material auf die Oberfläche eines porösen Trägers, insbesondere auf die Oberfläche der Poren des porösen Trägers, aufgebracht ist.
9. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (10) eine erste Festelektrolytschicht (21, 121) und eine zweite Festelektrolytschicht (22, 122) umfasst, und dass zwischen der ersten und der zweiten Festelektrolytschicht (21, 22; 121, 122) ein erster Messgasraum (32) und ein zweiter Messgasraum (42) vorgesehen sind, wobei im ersten Messgasraum (32) die erste Elektrode (31) und im zweiten Messgasraum (42) die zweite Elektrode (41) angeordnet ist.
10. Sensorelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in der ersten Festelektrolytschicht (21, 121) eine Gaszutrittsöffnung (61) vorgesehen ist, und dass die Gaszutrittsöffnung (61) einen Teilabschnitt des ersten und des zweiten Diffusionsweges bildet.
11. Sensorelement nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Diffusionswiderstand (33, 43) in einer Schichtebene zwischen der ersten und der zweiten Festelektrolytschicht (21, 22; 121, 122)

vorgesehen sind.

- 5 12. Sensorelement nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Messgasraum (32) und/oder der zweite Messgasraum (42) und/oder der erste Diffusionswiderstand (33) und/oder der zweite Diffusionswiderstand (43) und/oder die erste Elektrode (31) und/oder die zweite Elektrode (32) jeweils wie ein Kreisringsektor geformt sind.
- 10 13. Sensorelement nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Diffusionsweg zumindest durch die Gaszutrittsöffnung (61), den ersten Diffusionswiderstand (33) und den ersten Messgasraum (32) gebildet wird, und/oder dass der zweite Diffusionsweg zumindest durch die Gaszutrittsöffnung (61), den zweiten Diffusionswiderstand (43) und den zweiten Messgasraum (42) gebildet wird.
- 15 14. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (10) eine erste elektrochemische Pumpzelle und eine zweite elektrochemische Pumpzelle aufweist, wobei die erste elektrochemische Pumpzelle eine dem Messgas ausgesetzte Pumpelektrode (51), die erste Elektrode (31) und einen zwischen der Pumpelektrode (51) und der ersten Elektrode (31) angeordneten Festelektrolyten (21, 121) umfasst, und wobei die zweite elektrochemische Pumpzelle die Pumpelektrode (51), die zweite Elektrode (41) und einen zwischen der Pumpelektrode (51) und der zweiten Elektrode (41) angeordneten Festelektrolyten (21, 121) umfasst.
- 20 25 15. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (10) eine erste elektrochemische Nernstzelle und eine zweite elektrochemische Nernstzelle aufweist, wobei die erste elektrochemische Nernstzelle eine einem Referenzgas ausgesetzte Referenzelektrode (53), die erste Elektrode (31) und einen zwischen der Referenzelektrode (53) und der ersten Elektrode (31) angeordneten Festelektrolyten (22, 121) umfasst, und wobei die zweite elektrochemische Nernstzelle die Referenzelektrode (53), die zweite Elektrode (42) und einen zwischen der Referenzelektrode (53) und der zweiten Elektrode (42) angeordneten Festelektrolyten (22, 121) umfasst.
- 30 35 16. Sensorelement nach einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnung des Bereichs (44) der zweiten Diffusionsbarriere (43)

entlang der Diffusionsrichtung im Bereich von 1 mm bis 20 mm,  
vorzugsweise im Bereich von 2 mm bis 5 mm, liegt.

R 306882

5

17.09.03 Pg

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Sensorelement

15

### Zusammenfassung

20

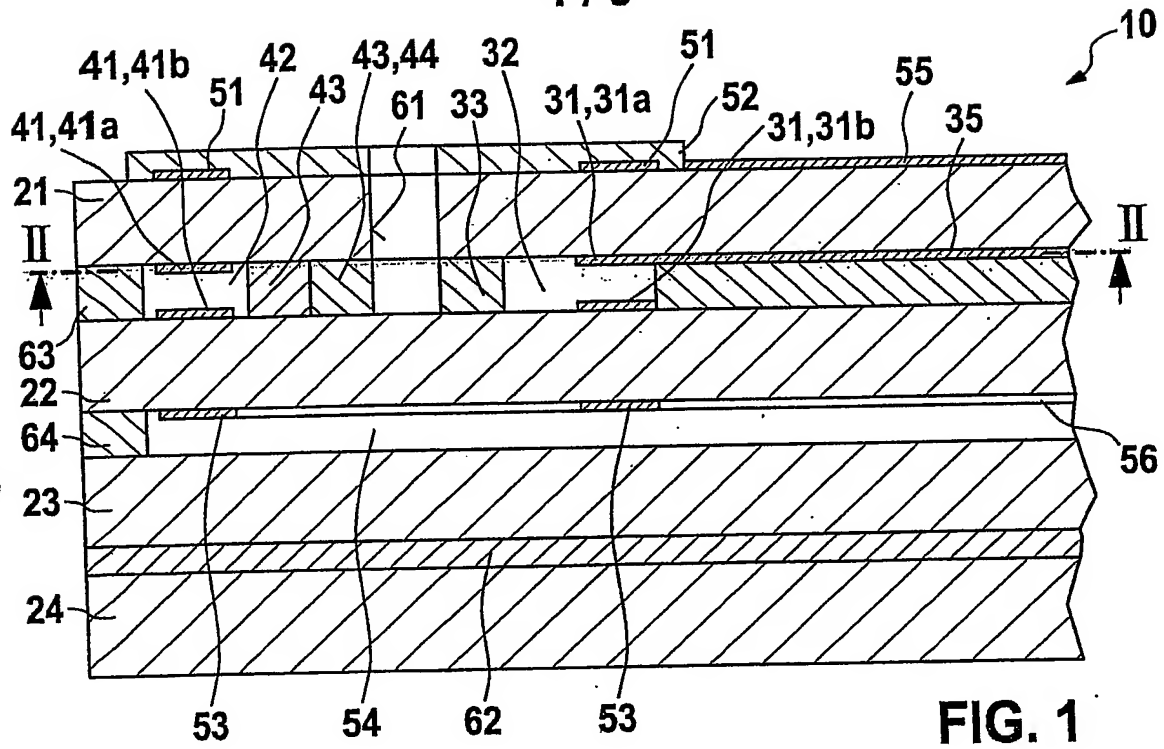
Es wird ein Sensorelement (10) vorgeschlagen, das der Bestimmung einer physikalischen Eigenschaft eines Messgases, vorzugsweise der Bestimmung der Konzentration einer Komponente eines Abgases eines Verbrennungsmotors dient.

25

Das Sensorelement 10 umfasst eine auf einem Festelektrolyten (21, 22, 121) angeordnete ersten Elektrode (31), die mit dem außerhalb des Sensorelements (10) befindlichen Messgas über einen ersten Diffusionsweg verbunden ist, in dem ein erster Diffusionswiderstand (33) vorgesehen ist. Das Sensorelement (10) weist weiterhin eine auf einem Festelektrolyten (21, 22, 121) angeordnete zweite Elektrode (41) auf, die mit dem außerhalb des Sensorelements (10) befindlichen Messgas über einen zweiten Diffusionsweg verbunden ist, in dem ein zweiter Diffusionswiderstand (43) angeordnet ist. Der zweite Diffusionswiderstand (43) umfasst ein katalytisch aktives Material.

30

(Fig. 4)



**FIG. 1**

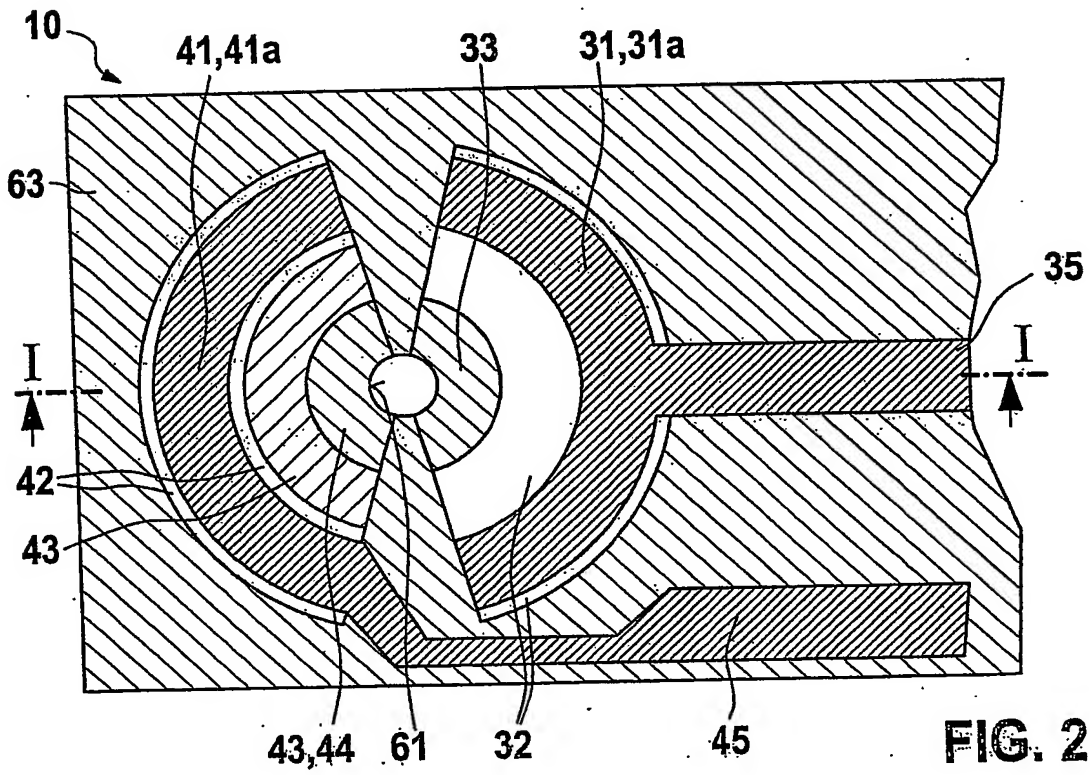
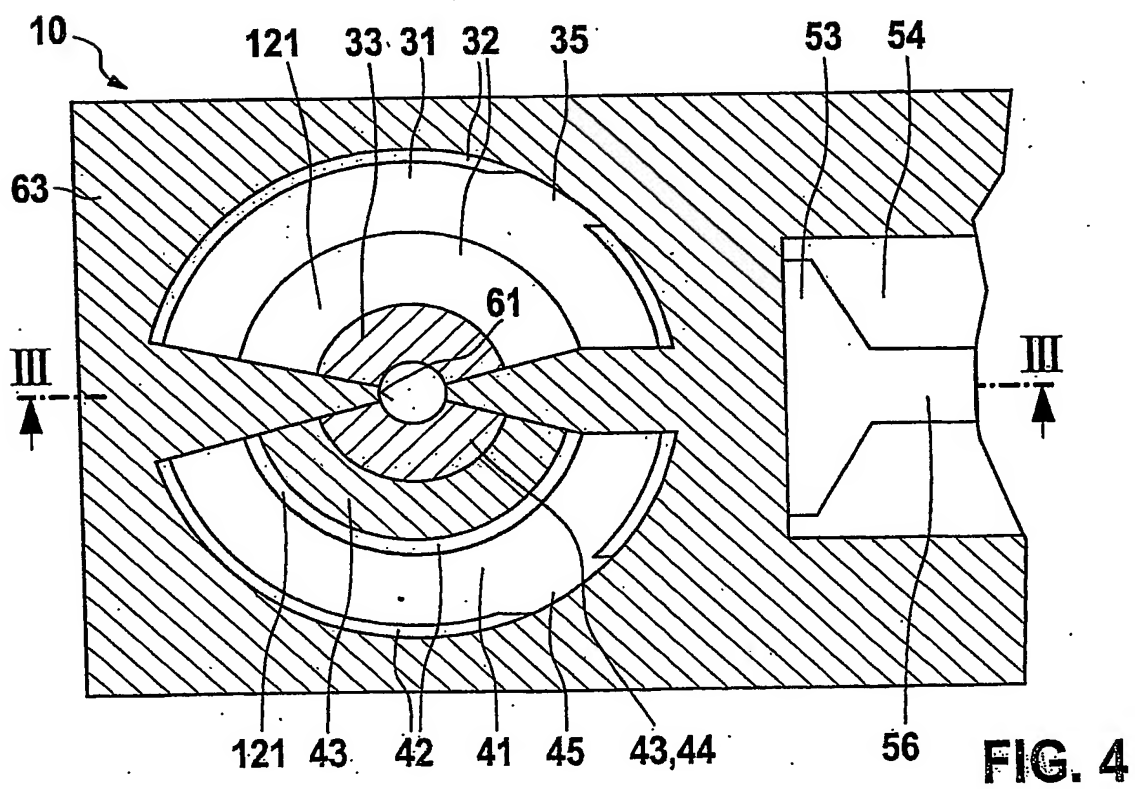
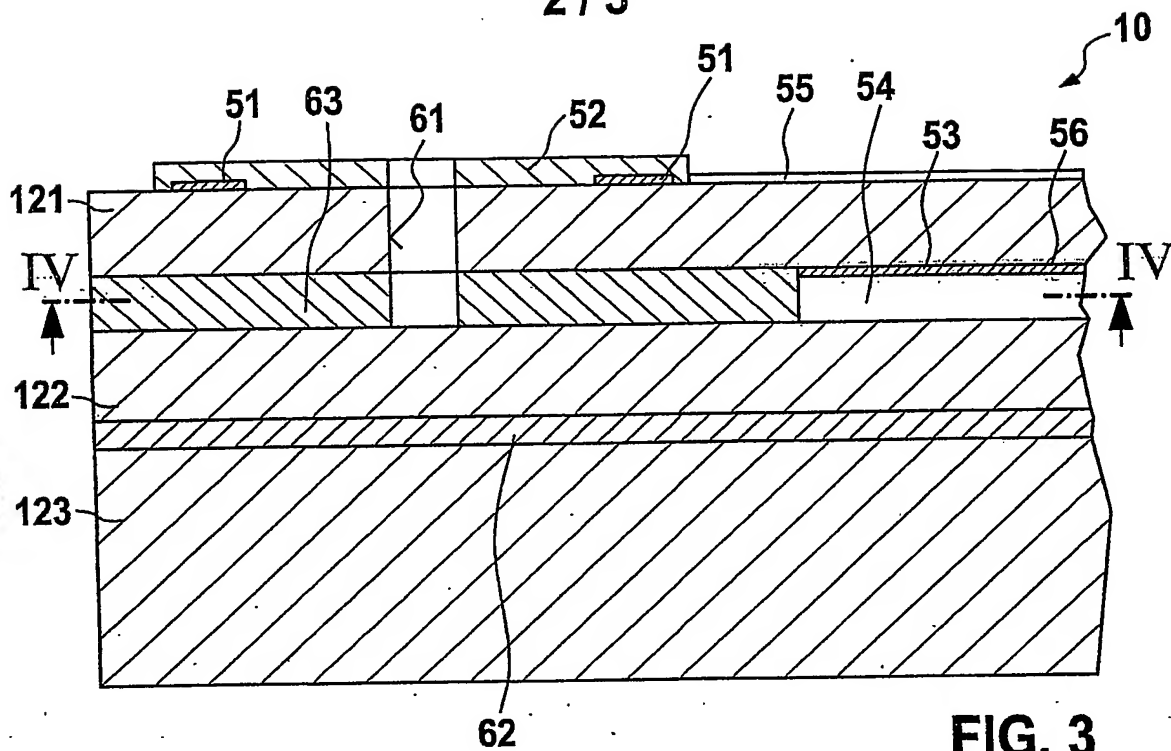


FIG. 2



2 / 3



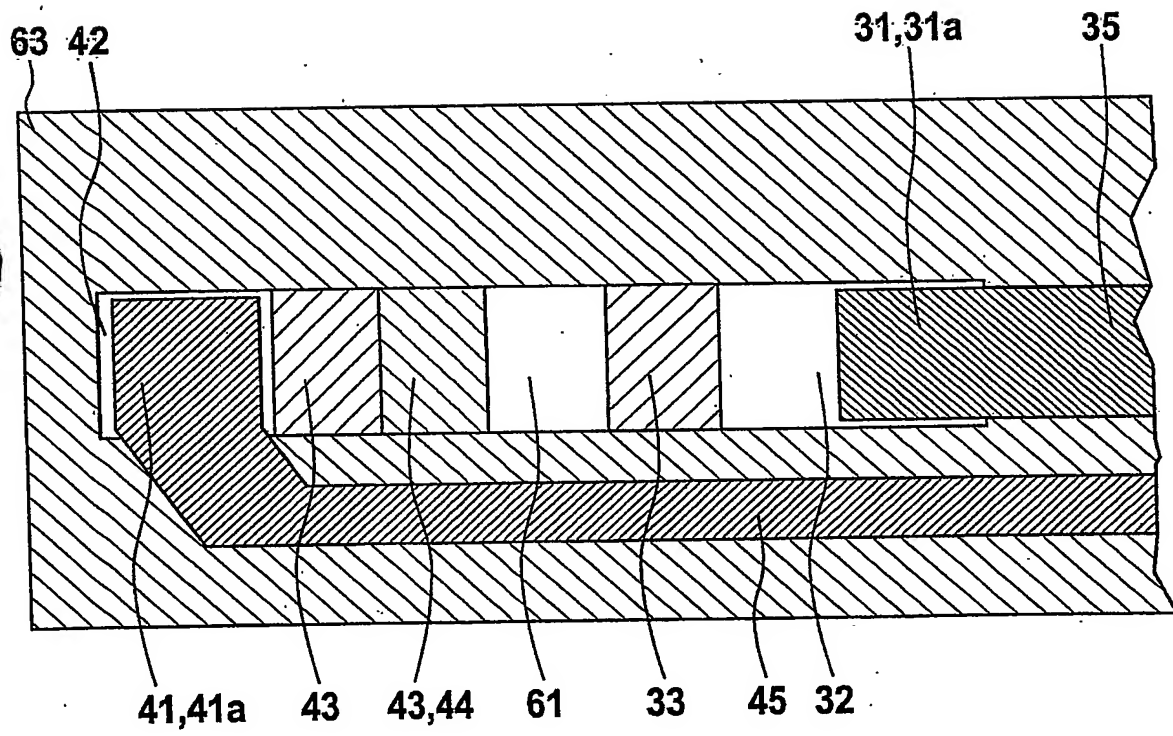


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**